

AP20 Rec'd PCT/PTO 05 MAY 2006

NEUE KOMBINATION ENTHALTEND EINEN STIMULATOR DER LÖSLICHEN GUANYLATCYCLASE UND EINEN LIPIDSENKER

Die vorliegende Erfindung betrifft ein neues Kombinationspräparat, umfassend mindestens einen Lipidsenker und mindestens einen Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I).

Eines der wichtigsten zellulären Übertragungssysteme in Säugerzellen ist das cyclische Guanosinmonophosphat (cGMP). Zusammen mit Stickstoffmonoxid (NO), das aus dem Endothel freigesetzt wird und hormonelle und mechanische Signale überträgt, bildet cGMP das NO/cGMP-System. Die Guanylatcyclasen katalysieren die Biosynthese von cGMP aus Guanosintriposphat (GTP). Die bisher bekannten Vertreter dieser Familie lassen sich sowohl nach strukturellen Merkmalen als auch nach der Art der Liganden in zwei Gruppen aufteilen: Die partikulären, durch natriuretische Peptide stimulierbaren Guanylatcyclasen und die löslichen, durch NO stimulierbaren Guanylatcyclasen. Die löslichen Guanylatcyclasen bestehen aus zwei Untereinheiten und enthalten höchstwahrscheinlich ein Häm pro Heterodimer, das ein Teil des regulatorischen Zentrums ist. Dieses hat eine zentrale Bedeutung für den Aktivierungsmechanismus. NO kann an das Eisenatom des Häms binden und so die Aktivität des Enzyms deutlich erhöhen. Auch CO ist in der Lage, am Eisenzentralatom des Häms anzugreifen, wobei die Stimulierung durch CO deutlich geringer ist als die durch NO.

Durch die Bildung von cGMP und der daraus resultierenden Regulation von Phosphodiesterasen, Ionenkanälen und Proteinkinasen spielt die Guanylatcyclase eine entscheidende Rolle bei unterschiedlichen physiologischen Prozessen, insbesondere bei der Relaxation und Proliferation glatter Muskelzellen, der Plättchenaggregation und -adhäsion und der neuronalen Signalübertragung sowie bei Erkrankungen, welche auf einer Störung der vorstehend genannten Vorgänge beruhen.

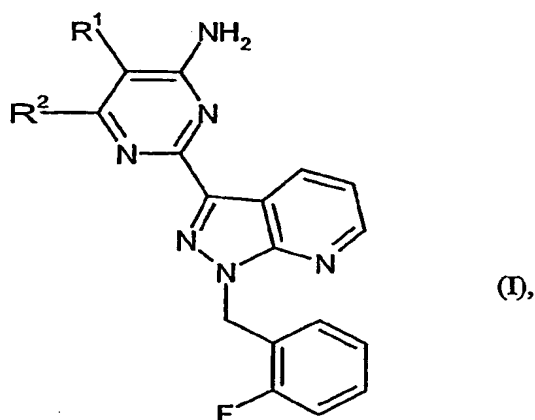
Zur therapeutischen Stimulation der löslichen Guanylatcyclase wurden bisher ausschließlich Verbindungen wie organische Nitrate verwendet, deren Wirkung auf der Freisetzung von NO beruht. Dieses wird durch Biokonversion gebildet und aktiviert die lösliche Guanylatcyclase durch Angriff am Eisenzentralatom des Häms. Neben den Nebenwirkungen gehört die Toleranzentwicklung zu den entscheidenden Nachteilen dieser Behandlungsweise.

In den letzten Jahren wurden einige Substanzen beschrieben, die die lösliche Guanylatcyclase direkt, d.h. ohne vorherige Freisetzung von NO stimulieren, wie beispielsweise 3-(5'-Hydroxymethyl-2'-furyl)-1-benzylindazol (YC-1, Wu et al., Blood 84 (1994), 4226; Mülsch et al., Br. J. Pharmacol. 120 (1997), 681), Fettsäuren (Goldberg et al., J. Biol. Chem. 252 (1977), 1279), Diphenyliodonium-hexafluorophosphat (Pettibone et al., Eur. J. Pharmacol. 116 (1985), 307), Isoliquiritigenin (Yu et al., Brit. J. Pharmacol. 114 (1995), 1587) sowie verschiedene substituierte Pyrazolderivate (WO 98/16223).

BEST AVAILABLE COPY

Weiterhin sind in WO 98/16507, WO 98/23619, WO 00/06567, WO 00/06568, WO 00/06569, WO 00/21954 WO 02/42299, WO 02/42300, WO 02/42301, WO 02/42302, WO 02/092596 und WO 03/004503 Pyrazolopyridinderivate als direkte Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase beschrieben. Eine Kombination von Pyrazolopyridinderivaten mit Lipidsenkern ist in WO 03/015770 beschrieben.

Es wurde nun überraschenderweise gefunden, dass die Wirkung der direkten Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I)



worin

10  $R^1$  für  $-NR^3C(=O)OR^4$  steht,

$R^2$  für Wasserstoff oder  $NH_2$  steht,

$R^3$  für Wasserstoff oder  $(C_1-C_4)$ -Alkyl steht,

$R^4$  für  $(C_1-C_6)$ -Alkyl steht,

sowie von Salzen, Isomeren und Hydraten davon,

15 verstärkt werden kann, wenn in Kombination zu diesen Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase ein Lipidsenker verabreicht wird.

Auf diese Weise kann zum Beispiel die zur Behandlung insbesondere der oben erwähnten Krankheiten erforderliche Menge an dem direkten Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) oder die erforderliche Menge an Lipidsenker gesenkt und somit das Potential an Nebenwirkungen verringert werden.

20

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kombinationspräparat, enthaltend

- als Wirkstoffkomponente A mindestens einen direkten Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) und
- als Wirkstoffkomponente B mindestens einen Lipidsenker.

- 5 Der Begriff „Kombinationspräparat“ bedeutet im Sinne der vorliegenden Erfindung, dass die beiden Wirkstoffkomponenten A und B entweder gleichzeitig oder aber auch zeitlich abgestuft (d.h. also getrennt voneinander) angewandt werden können.

- Der Begriff „Kombinationspräparat“ umfasst erfindungsgemäß die Bestandteile A und B entweder in einer funktionellen Einheit, d.h. als echte Kombination (z.B. als Mischung, Gemisch oder  
10 Menge), oder aber auch (räumlich) getrennt nebeneinander, d.h. als sogenanntes „kit-of-parts“.

Weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Kombinationstherapie für von durch Stimulierung der löslichen Guanylatcyclase beeinflussbaren Krankheiten, insbesondere der oben erwähnten Krankheiten, mit einem Kombinationspräparat, das mindestens einen direkten Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) und mindestens einen Lipidsenker umfasst.

- 15 Wie zuvor erwähnt, kann die erfindungsgemäße Kombination so verabreicht werden - d.h. die erfindungsgemäße Kombinationstherapie dadurch erfolgen - dass die Wirkstoffkomponenten A und B gleichzeitig oder nacheinander verabreicht werden. Dabei können in die Wirkstoffkomponenten A und B, wie zuvor geschildert, entweder in einer funktionellen Einheit (d.h. als echte Kombination wie z.B. als Mischung, Gemisch oder Menge) oder aber auch (räumlich) getrennt  
20 nebeneinander (d.h. als sogenanntes „kit“ oder „kit-of-parts“) vorliegen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Wirkstoffkomponenten A und B getrennt voneinander verabreicht, und zwar insbesondere zeitlich abgestuft.

- Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass einige Tage (z.B. etwa 1 Woche oder auch nur 1-4 Tage) vor Verabreichung des direkten Stimulators der löslichen Guanylatcyclase der Formel  
25 (I) bereits eine tägliche Dosis des Lipidsenkers verabreicht wird.

Auch besteht die Möglichkeit, den direkten Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) in eine bereits bestehende Lipidsenker-Therapie hinein zu verabreichen, beispielsweise bei Patienten mit starker Hypercholesterinämie, bei denen die erhöhten Cholesterinspiegel bereits dauerhaft mit Lipidsenkern behandelt werden. Im diesem Fall kann die Gabe des Lipidsenkers also

auch vor und parallel zur Gabe des direkten Stimulators der löslichen Guanylatcyclase fortgesetzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Wirkstoffbestandteile A und B des erfindungsgemäßen Kombinationspräparates also zeitlich abgestuft  
5 verabreicht, vorzugsweise der Lipidsenker vorab, d.h. zeitlich vor Gabe des direkten Stimulators der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I).

Ohne sich hierbei auf eine bestimmte Theorie festlegen zu wollen, lässt sich die Verbesserung der Wirkung des direkten Stimulators der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) durch die gleichzeitige oder zeitlich abgestufte oder parallele Gabe von Lipidsenkern vermutlich dadurch erklären,  
10 dass die Lipidsenker die gestörte Endothel-Funktion durch Generierung von Stickstoffmonoxid (NO) verbessern (*Current Opinion in Lipidology*, 1997, Vol. 8, Seiten 362-368 und *Circulation* 1998, 97, Seiten 1129-1135). Es konnte gezeigt werden, dass direkte Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase in Kombination mit NO eine synergistische Wirkung zeigen (vgl. z.B. WO 00/06569, Fig. 1).

15 Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Lipidsenker ausgewählt sein der Gruppe von:

- HMG-CoA-Reduktase-Inhibitoren,
- Squalen-Synthase-Inhibitoren,
- Gallensäure-Absorptionshemmern (auch „Gallensäure-Anionenaustauscher“ oder „Bile acid sequestrants“ genannt),
- 20 • Fibrinsäure und ihren Derivaten,
- Nikotinsäure und ihren Analogen sowie
- $\omega$ 3-Fettsäuren.

Für weitere Einzelheiten zu den zuvor genannten Lipidsenkern wird in diesem Zusammenhang verwiesen auf den Aufsatz von Gilbert R. Thompson & Rissitaza P. Naoumova „New prospects for  
25 lipid-lowering drugs“ in *Exp. Opin. Invest. Drugs* (1998), 7(5), Seiten 715 – 727, dessen gesamter Inhalt hiermit durch Bezugnahme ausdrücklich eingeschlossen ist.

Unter den zuvor genannten Lipidsenkern werden die HMG-CoA-Reduktase-Inhibitoren erfindungsgemäß bevorzugt. Die Abkürzung „HMG-CoA“ steht hierbei für „3-Hydroxymethylglutaryl-Coenzym A“.

Unter den HMG-CoA-Reduktase-Inhibitoren wiederum wird erfindungsgemäß insbesondere die Substanzklasse der Vastatine – der Einfachheit halber in der Literatur meist nur als „Statine“ bezeichnet – bevorzugt.

Unter den Statinen wiederum erfindungsgemäß besonders bevorzugt sind

- 5 • Atorvastatin (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Lipitor® von Parke-Davis);
- Cerivastatin (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Lipobay® oder Baycol® von Bayer);
- Fluvastatin (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Lescol® von Novartis);
- Lovastatin (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Mevacor® von Merck);
- 10 • Pravastatin (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Lipostat® von Bristol-Myers Squibb);
- Simvastatin (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Zocor® von Merck);
- Pitavastatin (auch „Nisvastatin“ genannt; NK-104; systematischer Name: [S-[R\*,S\*-(E)]]-7-[2-Cyclopropyl-4-(4-fluorphenyl)-3-chinoliny]-3,5-dihydroxy-6-heptensäure);
- 15 • Dalvastatin;
- Mevastatin;
- Dihydrocompactin;
- Compactin; und
- Rosuvastatin (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Crestor® von AstraZeneca;
- 20 systematische Name: (+)-(3R,5S)-Bis-(7-(4-(4-fluorphenyl)-6-isopropyl-2-(N-methyl-N-methansulfonylamino)-pyrimidin-5-yl)-3,5-dihydroxy-6(E)-heptensäure);

sowie deren jeweilige Salze, Hydrate, Alkoholate, Ester und Tautomere.

- Hierunter ganz besonders bevorzugt sind Atorvastatin, Cerivastatin, Fluvastatin, Lovastatin, Pravastatin, Pitavastatin, Simvastatin und Rosuvastatin sowie deren jeweilige Salze, Hydrate,
- 25 Alkoholate, Ester und Tautomere.

Hierunter wiederum ganz besonders bevorzugt sind das Cerivastatin und das Atorvastatin sowie deren jeweilige Salze, Hydrate, Alkoholate, Ester und Tautomere.

Für weitere Einzelheiten zu den zuvor genannten Statinen wird verwiesen auf die Abhandlungen in *Drugs of the Future* 1994, 19(6), Seiten 537 – 541 sowie 1995, 20(6), Seite 611 sowie 1996, 21(6),  
5 Seite 642, deren jeweiliger Inhalt durch Bezugnahme im vollen Umfang eingeschlossen ist.

Der Begriff „Salz“ im Sinne der vorliegenden Erfindung meint jeweils physiologisch unbedenkliche Salze der jeweiligen Verbindungen: Dies können z.B. können Salze mit Mineralsäuren, Carbonsäuren oder Sulfonsäuren sein, insbesondere mit Chlorwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Methansulfonsäure, Ethansulfonsäure, Toluolsulfonsäure, Benzolsulfonsäure, Naphthalindisulfonsäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure,  
10 Weinsäure, Zitronensäure, Fumarsäure, Maleinsäure oder Benzoesäure oder auch Mischsalze hiervon. Es kann sich aber auch um Salze mit üblichen Basen handeln, wie beispielsweise Alkalimetallsalze (z.B. Natrium- oder Kaliumsalze), Erdalkalisalze (z.B. Calcium- oder Magnesiumsalze) oder Ammoniumsalze, abgeleitet von Ammoniak oder organischen Aminen wie be-  
15 spielsweise Ethylamin, Di- bzw. Triethylamin, Di- bzw. Triethanolamin, Dicyclohexylamin, Dimethylaminoethanol, Arginin, Lysin oder Ethylendiamin sowie Mischsalze hiervon.

Beispiele für erfindungsgemäß verwendbare Statin-Salze sind das Fluindostatin (das Mononatriumsalz des Fluvastatins); das Monokaliumsalz und das Calciumsalz des Pitavastatins; sowie das Calciumsalz der (+)-(3R,5S)-Bis-(7-(4-(4-fluorphenyl)-6-isopropyl-2-(N-methyl-N-methanesulfonylamino)-pyrimidin-5-yl)-3,5-dihydroxy-6(E)-heptensäure („Rosuvastatin“, „ZD 4522“ oder  
20 „S 4522“ von den Firmen Shionogi bzw. AstraZeneca). Weitere Beispiele für erfindungsgemäß verwendbare Statinsalze sind die Mononatrium- und die Monokaliumsalze sowie die Calciumsalze des Cerivastatins, des Atorvastatins und des Pravastatins.

Weitere bevorzugte HMG-CoA-Reduktase-Inhibitoren sind beschrieben in der EP-A-0 325 130  
25 und in der EP-A-0-491 226, deren Inhalt hiermit durch Bezugnahme eingeschlossen ist. Gegenstand der EP-A-0 325 130 sind substituierte Pyridine, und in der EP-A-0-491 226 sind substituierte Pyridyldihydroxyheptensäurederivate und ihre Salze beschrieben, hierunter insbesondere das erfindungsgemäß besonders bevorzugte Cerivastatin (Anspruch 6 der EP-A-0-491 226).

Erfindungsgemäß ebenfalls bevorzugt sind die in der WO-A-99/11263 genannten Statine, deren  
30 Offenbarung durch Bezugnahme eingeschlossen ist.

Erfindungsgemäß gleichermaßen bevorzugt sind die HMG-CoA-Reduktase-Inhibitoren, welche in der Druckschrift *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Vol. 5, No. 2, Seiten 437-444 (1997) genannt sind, deren Offenbarung hiermit im vollen Umfang durch Bezugnahme eingeschlossen ist.

- 5 Eine weitere Übersicht über HMG-CoA-Reduktase-Hemmer ist in *Pharmazie in unserer Zeit*, 28. Jahrg., Nr. 3, Seiten 147-1152 (1999) enthalten.

Unter den zuvor genannten Gallensäureabsorptionshemmern („Bile acid sequestrants“) erfindungsgemäß bevorzugt sind Cholestyramin (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Qestrin<sup>®</sup> von Bristol-Myers Squibb) und Colestipol (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Colestid<sup>®</sup> von Pharmacia & Upjohn) (siehe auch *Exp. Opin. Invest. Drugs* (1998), 7(5), Seiten 715 – 727).

- 10 Unter den zuvor genannten Fibrinsäure-Derivaten erfindungsgemäß bevorzugt sind Ciprofibrat (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Modalim<sup>®</sup> von Sanofi Winthrop), Fenofibrat (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Lipantil<sup>®</sup> von Fournier), Gemfibrozil (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Lopid<sup>®</sup> von Parke-Davis), Bezafibrat und Clofibrat (siehe auch *Exp. Opin. Invest. Drugs* (1998), 7(5), Seiten 715 – 727).

- 15 Unter den zuvor genannten Nikotinsäure-Analogen erfindungsgemäß bevorzugt ist Acipimox (im Handel erhältlich unter der Bezeichnung Olbetam<sup>®</sup> von Pharmacia & Upjohn) (siehe auch *Exp. Opin. Invest. Drugs* (1998), 7(5), Seiten 715 – 727).

Unter den zuvor genannten  $\omega$ 3-Fettsäuren erfindungsgemäß bevorzugt ist Maxepa (vertrieben von Seven Seas) (siehe hierzu auch *Exp. Opin. Invest. Drugs* (1998), 7(5), Seiten 715 – 727).

- 20 Erfindungsgemäß bevorzugt sind direkte Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I),

worin

R<sup>1</sup> für -NR<sup>3</sup>C(=O)OR<sup>4</sup> steht,

R<sup>2</sup> für Wasserstoff oder NH<sub>2</sub> steht,

- 25 R<sup>3</sup> für (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)-Alkyl steht,

R<sup>4</sup> für (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)-Alkyl steht,

sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.

Alkyl steht im Rahmen der vorliegenden Erfindung für einen linearen oder verzweigten Alkylrest mit in der Regel 1 bis 6, vorzugsweise 1 bis 4, besonders bevorzugt 1 bis 3 Kohlenstoffatomen, beispielhaft und vorzugsweise für Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, tert.-Butyl, n-Pentyl und n-Hexyl.

- Erfindungsgemäß besonders bevorzugt sind direkte Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I), bei denen
- 5

$R^1$  für  $-NR^3C(=O)OR^4$  steht,

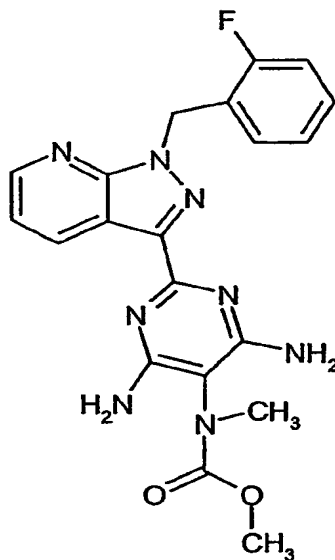
$R^2$  für  $NH_2$  steht,

$R^3$  für Methyl oder Ethyl steht,

$R^4$  für Methyl, Ethyl oder Isopropyl steht,

- 10 sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.

Erfindungsgemäß insbesondere bevorzugt ist der direkte Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) mit folgender Struktur:



sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.

- 15 Die Verbindungen der Formel (I) können auch in Form ihrer Salze vorliegen. Im allgemeinen seien hier Salze mit organischen oder anorganischen Basen oder Säuren genannt.

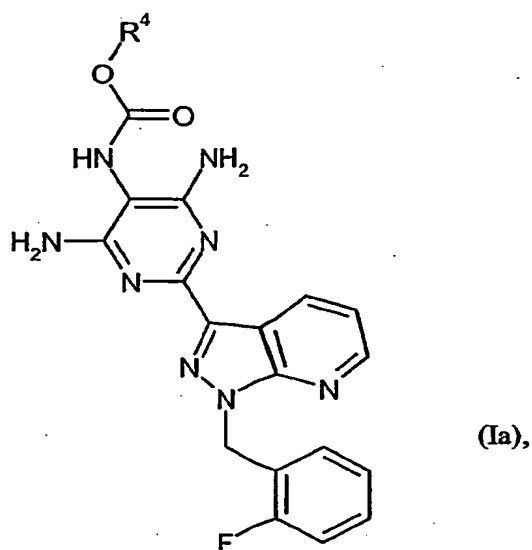
Die Verbindungen der Formel (I) können in tautomeren Formen vorliegen. Dies ist dem Fachmann bekannt, und derartige Formen sind ebenfalls vom Umfang der Erfindung umfasst.



Weiterhin können die Verbindungen der Formel (I) in Form ihrer möglichen Hydrate vorkommen.

Die Verbindungen der Formel (I) können beispielsweise hergestellt werden

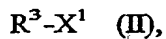
[A] durch Umsetzung von Verbindungen der Formel (Ia)



5        worin

$R^4$         wie vorstehend definiert ist,

mit Verbindungen der Formel (II)



worin

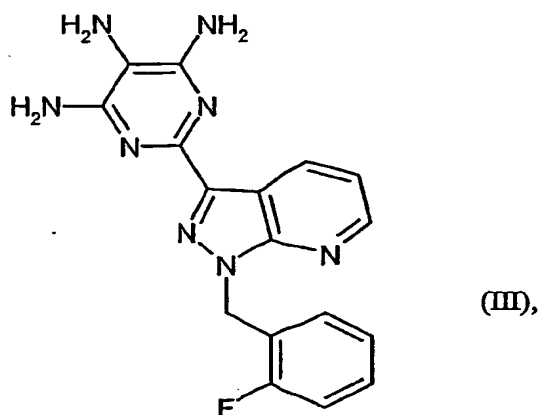
10         $R^3$         wie vorstehend definiert ist und

$X^1$         für eine Abgangsgruppe wie beispielsweise Halogen, bevorzugt Iod, oder Mesylat steht,

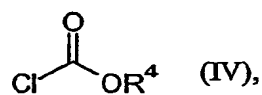
gegebenenfalls in einem organischen Lösungsmittel unter Kühlung zu Verbindungen der Formel (I),

15        oder

[B]        durch Umsetzung der Verbindung der Formel (III)



mit Verbindungen der Formel (IV)



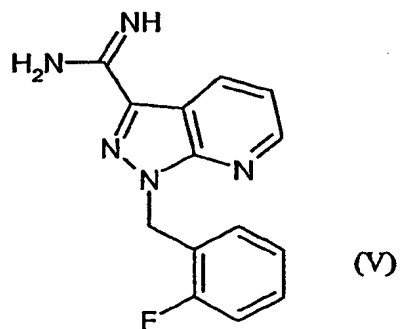
worin

5  $R^4$  wie vorstehend definiert ist,

gegebenenfalls in einem organischen Lösungsmittel zu Verbindungen der Formel (Ia),

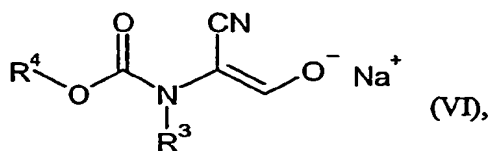
oder

[C] durch Umsetzung der Verbindung der Formel (V)



10

mit Verbindungen der Formel (VI)

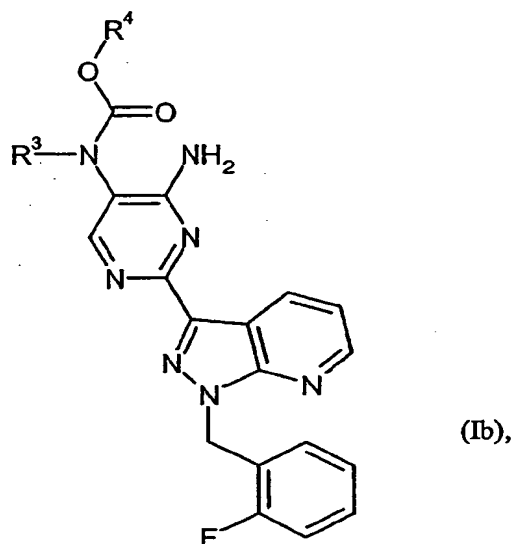


worin

$R^3$  und  $R^4$  wie vorstehend definiert sind,

gegebenenfalls in einem organischen Lösungsmittel unter Erhitzen zu Verbindungen der Formel (Ib)

5



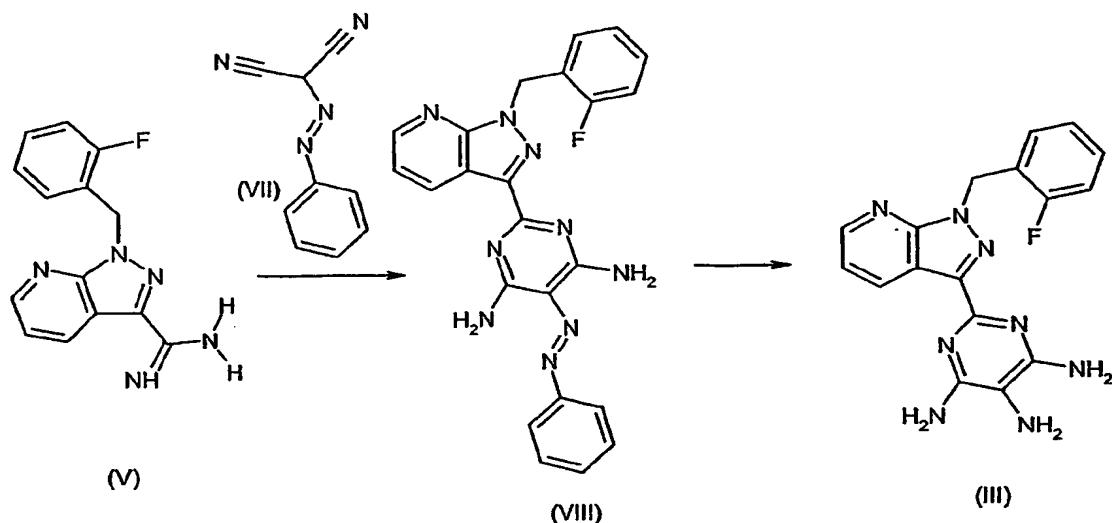
worin

$R^3$  und  $R^4$  wie vorstehend definiert sind.

Halogen steht im Rahmen der vorliegenden Erfindung für Fluor, Chlor, Brom und Iod.

- 10 Die Verbindungen der Formel (II) und (IV) sind kommerziell erhältlich, literaturbekannt oder können auf dem Fachmann bekannte Weise dargestellt werden.

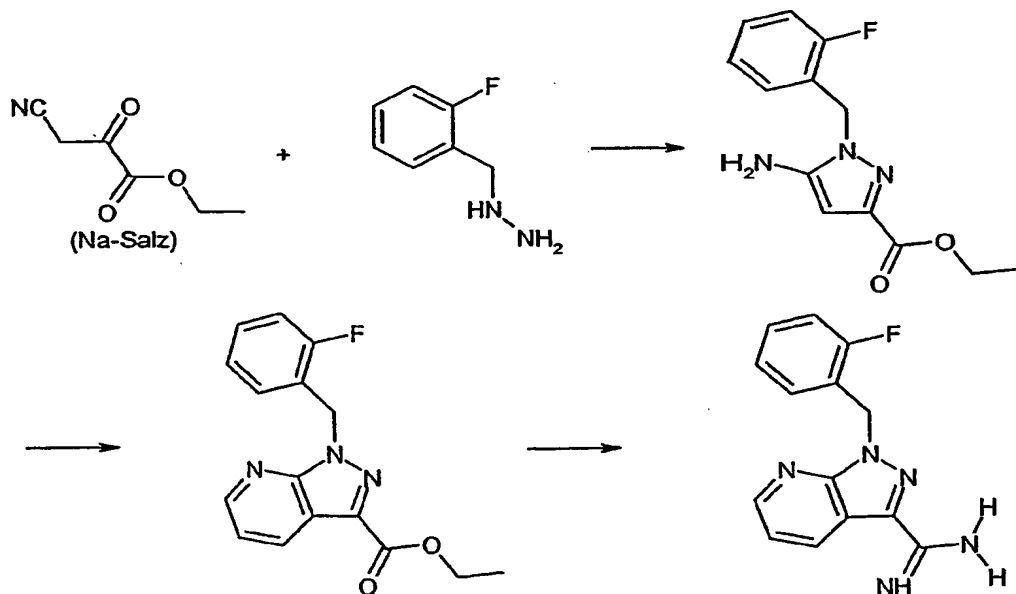
Die Verbindung der Formel (III) lässt sich gemäß folgendem Reaktionsschema herstellen:



Verbindung (III) ist in einer zweistufigen Synthese durch Umsetzung von Verbindung (V) mit Verbindung (VII) zu Verbindung (VIII) entsprechend dem Verfahrensschritt [C] und anschließende Hydrierung der Verbindung (VIII) mit wässrigem Raney-Nickel erhältlich. Die Hydrierung kann in einem organischen Lösungsmittel, beispielsweise Dimethylformamid, vorzugsweise bei erhöhtem Druck, beispielsweise bei 50 bis 70 bar, vorzugsweise bei 65 bar, und Rühren der Reaktionslösung für mehrere Stunden, beispielsweise für 22 Stunden, bei erhöhter Temperatur, beispielsweise bei 40 bis 80°C, vorzugsweise bei 60°C bis 65°C, durchgeführt werden.

Die Verbindung (VII) kann analog L. F. Cavalieri, J. F. Tanker, A. Bendich, J. Am. Chem. Soc., 1949, 71, 533 dargestellt werden.

Die Verbindung (V) lässt sich gemäß folgendem Reaktionsschema herstellen:



Verbindung (V) ist in einer mehrstufigen Synthese aus dem literaturbekannten Natriumsalz des Cyanobrenztraubensäureethylesters (Borsche und Manteuffel, Liebigs. Ann. Chem. 1934, 512, 97) erhältlich. Durch dessen Umsetzung mit 2-Fluorbenzylhydrazin unter Erhitzen in einer Schutzgasatmosphäre in einem inerten Lösungsmittel wie Dioxan erhält man 5-Amino-1-(2-fluorbenzyl)-pyrazol-3-carbonsäureethylester, das durch Umsetzung mit Dimethylaminoacrolein im sauren Medium unter Schutzgasatmosphäre und Erhitzen zum entsprechenden Pyridinderivat cyclisiert werden kann. Dieses Pyridinderivat, 1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carbonsäureethylester wird durch eine mehrstufige Sequenz, bestehend aus Überführung des Esters mit Ammoniak in das entsprechende Amid, Dehydratisierung mit einem wasserentziehenden Mittel wie Trifluoressigsäureanhydrid zum entsprechenden Nitrilderivat, Umsetzung des Nitrilderivats mit Natriumethylat und abschließende Reaktion mit Ammoniumchlorid in die Verbindung (V) überführt.

Die Verbindungen der Formel (VI) können nach dem Fachmann bekannten Methoden aus den entsprechenden Carbamaten durch Reaktion mit Ameisensäureethylester synthetisiert werden. Die Carbamate können analog Q. Li. Chu, T. W. Daniel, A. Claiborne, C. S. Cooper, C. M. Lee, J. Med. Chem. 39 (1996) 3070-3088 hergestellt werden.

Die Umsetzung der Verbindungen der Formeln (Ia) und (II) zu Verbindungen der Formel (I) kann durch Einsatz der Reaktanden in äquimolaren Mengen in einem organischen Lösungsmittel, beispielsweise Dimethylformamid oder Tetrahydrofuran, vorzugsweise in Gegenwart von 1 bis 2 Äquivalenten, vorzugsweise 1.1 bis 1.5 Äquivalenten einer Base, wie beispielsweise Natriumhydrid oder Natrium-*N,N*-bistrimethylsilylamid, vorzugsweise bei Normaldruck und Rühren der Reaktionslösung für wenige Stunden, beispielsweise für 1 Stunde, unter Kühlung, beispielsweise bei -10°C bis Raumtemperatur, vorzugsweise bei 0°C, durchgeführt werden.

Die Umsetzung der Verbindungen der Formeln (III) und (IV) zu den Verbindungen der Formel (Ia) kann durch Einsatz der Reaktanden in äquimolaren Mengen in einem organischen Lösungsmittel, beispielsweise einer organischen Base, vorzugsweise Pyridin, vorzugsweise bei Normaldruck und Rühren der Reaktionslösung für mehrere Stunden, beispielsweise für 12 Stunden, bei 0°C bis Raumtemperatur, vorzugsweise bei Raumtemperatur, durchgeführt werden.

Die Umsetzung von Verbindungen der Formeln (V) und (VI) zu Verbindungen der Formel (Ib) bzw. von Verbindungen der Formeln (V) und (VII) zu Verbindungen der Formel (VIII) kann durch Einsatz der Reaktanden in äquimolaren Mengen beziehungsweise unter Verwendung der Verbindung der Formel (VI) im leichten Überschuss in einem organischen Lösungsmittel wie beispielsweise in einem Kohlenwasserstoff wie Toluol oder Xylol oder in *N,N*-Dimethylformamid,

vorzugsweise in Gegenwart von 2-3 Äquivalenten, vorzugsweise 2 Äquivalenten einer Base, wie beispielsweise Triethylamin oder Natriummethanolat, vorzugsweise bei Normaldruck und Rühren der Reaktionslösung für mehrere Stunden, beispielsweise für 9 Stunden, bei erhöhter Temperatur, beispielsweise bei 80-160°C, vorzugsweise bei 100-150°C, insbesondere bei 110°C, durchgeführt werden.

Weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung von Lipidsenkern zur Verstärkung der Wirkung von direkten Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) bei der Behandlung von durch Stimulierung der löslichen Guanylatcyclase beeinflussbaren Krankheiten.

Beispielhaft und vorzugsweise seien genannt: kardiovaskuläre Erkrankungen wie Hypertonie oder Herzinsuffizienz, stabile und instabile Angina pectoris, periphere und kardiale Gefäßerkrankungen, Arrhythmien, thromboembolische Erkrankungen und Ischämien wie Myokardinfarkt, Hirnschlag, transitorische und ischämische Attacken, periphere Durchblutungsstörungen, Verhinderung von Restenosen wie nach Thrombolysetherapien, percutan transluminalen Angioplastien (PTA), percutan transluminalen Koronarangioplastien (PTCA), Bypass, sowie Arteriosklerose, asthmatische Erkrankungen und Krankheiten des Urogenitalsystems wie Prostatahypertrophie, erektile Dysfunktion, weibliche sexuelle Dysfunktion, Osteoporose, Glaukom, pulmonale Hypertonie, Gastroparese oder Inkontinenz.

Weiterhin sei die Bekämpfung von Krankheiten im zentralen Nervensystem genannt, die durch Störungen des NO/cGMP-Systems gekennzeichnet sind: Verbesserung der Wahrnehmung, Konzentrationsleistung, Lernleistung oder Gedächtnisleistung nach kognitiven Störungen, wie sie insbesondere bei Situationen/Krankheiten/Syndromen auftreten wie „Mild cognitive impairment“, Altersassoziierte Lern- und Gedächtnisstörungen, altersassoziierten Gedächtnisverluste, vaskuläre Demenz, Schädel-Hirn-Trauma, Schlaganfall, Demenz, die nach Schlaganfällen auftritt („post stroke dementia“), post-traumatischem Schädel-Hirn-Trauma, allgemeine Konzentrationsstörungen, Konzentrationsstörungen bei Kindern mit Lern- und Gedächtnisproblemen, Alzheimersche Krankheit, Demenz mit Lewy-Körperchen, Demenz mit Degeneration der Frontallappen einschliesslich des Pick's Syndroms, Parkinsonsche Krankheit, progressiver nuclear palsy, Demenz mit corticobasaler Degeneration, Amyotrolateral-sklerose (ALS), Huntingtonsche Krankheit, Multiple Sklerose, Thalamische Degeneration, Creutzfeld-Jacob-Demenz, HIV-Demenz, Schizophrenie mit Demenz oder Korsakoff-Psychose; Angst-, Spannungs- und Depressionszustände, zentralnervös bedingten Sexualdysfunktionen und Schlafstörungen; Regulierung krankhafter Störungen der Nahrungs-, Genuss- und Suchtmittelaufnahme; Regulation der cerebralen Durchblutung und Bekämpfung von Migräne; Prophylaxe und Bekämpfung der Folgen

cerebraler Infarktgeschehen (Apoplexia cerebri) wie Schlaganfall, cerebraler Ischämien und des Schädel-Hirn-Traumas; Bekämpfung von Schmerzzuständen oder als antiinflammatorische Mittel.

Außer den beiden zuvor genannten Wirkstoffkomponenten A und B kann das erfindungsgemäße Kombinationspräparat noch weitere beliebige Wirkstoffe enthalten, sofern diese nicht dem Indikationsgebiet zuwiderlaufen und nicht die Wirkung des direkten Stimulators der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) und des Lipidsenkers beeinträchtigen. Insbesondere können organische Nitrate oder NO-Donatoren - also Verbindungen, welche die Synthese von cGMP stimulieren - oder Verbindungen, die den Abbau von cyclischen Guanosinmonophosphat (cGMP) inhibieren, der erfindungsgemäßen Zusammensetzung zugesetzt werden.

Organische Nitrate und NO-Donatoren im Rahmen der Erfindung sind im allgemeinen Substanzen, die über die Freisetzung von NO bzw. NO-Species ihre therapeutische Wirkung entfalten. Bevorzugt sind Natriumnitroprussid, Nitroglycerin, Isosorbiddinitrat, Isosorbidmononitrat, Molsidomin und SIN-1.

Außerdem umfasst die Erfindung die Kombination mit Verbindungen, die den Abbau von cyclischem Guanosinmonophosphat (cGMP) inhibieren. Dies sind insbesondere Inhibitoren der Phosphodiesterasen 1, 2 und 5; Nomenklatur nach Beavo und Reifsnnyder (1990) TIPS 11 S. 150 bis 155. Durch diese Inhibitoren wird die Wirkung der erfindungsgemäßen Verbindung potenziert und der gewünschte pharmakologische Effekt gesteigert.

Diese weiteren, gegebenenfalls vorhandenen Wirkstoffe können - wie schon die Wirkstoffkomponenten A und B - entweder als echte Mischung zusammen mit A und/oder B vorliegen oder aber auch räumlich getrennt hiervon vorliegen. Ihre Verabreichung kann parallel oder gleichzeitig oder zeitlich abgestuft zu der/den Wirkstoffkomponente(n) A und/oder B erfolgen.

Zu den weiteren, gegebenenfalls vorhandenen Wirkstoffen des erfindungsgemäßen Kombinationspräparates zählen beispielsweise:

- weitere, die Erektionsfähigkeit verbessernde Wirkstoffe, so z.B.: cGMP PDE-Inhibitoren wie beispielsweise Sildenafil (EP-B-0 463 756), IC 351 (WO 95/19978) oder Vardenafil (WO 99/24433),  $\alpha$ -adrenergische Antagonisten wie z.B. Yohirnbis oder Vasomax<sup>®</sup> von der Firma Zonagen; oder auch solche Substanzen, wie sie in der WO-A-98/52569 genannt sind, deren Inhalt hiermit durch Bezugnahme eingeschlossen ist; oder Prostaglandine-E1; oder Serotonin-Antagonisten;
- Wirkstoffe aus dem kardiovaskulären Indikationsbereich;

- Wirkstoffe aus dem ZNS- und cerebralen Indikationsbereich;
- Vitamine;
- Mineralstoffe;
- Spurenelemente.

5 Für die Applikation der beiden Wirkstoffkomponenten A und B (und der gegebenenfalls vorhandenen weiteren Wirkstoffe) kommen jeweils alle üblichen Applikationsformen in Betracht. Vorzugsweise erfolgt die Applikation oral, perlingual, sublingual, nasal, transdermal, buccal, intravenös, rektal, inhalativ oder parenteral. Vorzugsweise erfolgt die Applikation oral, sublingual oder nasal. Ganz besonders bevorzugt ist die orale Applikation.

10 Des weiteren ist es möglich, die beiden Wirkstoffkomponenten A und B bei räumlicher getrennter bzw. zeitlich versetzter Verabreichung in unterschiedlicher Darreichungsform zu applizieren.

Die beiden Wirkstoffkomponenten A und B können - zusammen oder räumlich getrennt - jeweils in an sich bekannter Weise in die üblichen Formulierungen überführt werden, wie Tabletten, Dragees, Pillen, Granulate, Aerosole, Sirupe, Emulsionen, Suspensionen und Lösungen, unter

15 Verwendung inerter, nicht toxischer, pharmazeutisch geeigneter Trägerstoffe oder Lösungsmittel. Hierbei sollten die therapeutisch wirksamen Komponenten A und B jeweils in einer Konzentration von etwa 0,5 bis 90 Gew.-% der Gesamtmischung vorhanden sein, d.h. in Mengen, die ausreichend sind, um den angegebenen Dosierungsspielraum zu erreichen.

Die Formulierungen werden beispielsweise hergestellt durch Verstrecken der beiden Wirkstoffkomponenten A und B mit Lösungsmitteln und/oder Trägerstoffen, gegebenenfalls unter Ver-  
20 wendung von Emulgiermitteln und/oder Dispergiermitteln, wobei z.B. im Fall der Benutzung von Wasser als Verdünnungsmittel gegebenenfalls organische Lösungsmittel als Hilfslösungsmittel verwendet werden können.

Weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung der erfindungs-  
25 gemäßen Zusammensetzung, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens einen Lipidsenker und mindestens einen direkten Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I), gegebenenfalls mit üblichen Hilfs- und Zusatzstoffen, in eine geeignete Applikationsform überführt.

Für die Anwendung beim Menschen werden bei oraler Administration Dosierungen von 0,001 bis 50 mg/kg, vorzugsweise von 0,001 mg/kg bis 20 mg/kg, insbesondere 0,001 bis 10 mg/kg Körper-



gewicht, besonders bevorzugt 0,001 mg/kg bis 5 mg/kg, der jeweiligen Wirkstoffkomponente A oder B zur Erzielung wirksamer und sinnvoller Ergebnisse verabreicht.

- 5 Trotzdem kann es gegebenenfalls erforderlich sein, von den hier genannten Mengen abzuweichen, und zwar in Abhängigkeit vom Körpergewicht bzw. von der Art des Applikationsweges, vom individuellen Verhalten gegenüber dem Kombinationspräparat, von der Art der Formulierung und von dem Zeitpunkt bzw. Intervall, zu welchem die Verabreichung erfolgt. So kann es in einigen Fällen ausreichend sein, mit weniger als der vorgenannten Mindestmenge auszukommen, während in anderen Fällen die genannte obere Grenze überschritten werden muss.

- 10 Im Falle der Applikation größerer Mengen kann es empfehlenswert sein, diese in mehreren Einzelgaben über den Tag zu verteilen.

**Experimenteller Teil:****Abkürzungen:**

|                |  |
|----------------|--|
| ACN            | Acetonitril  |
| BABA           | n-Butylacetat/n-Butanol/Eisessig/Phosphatpuffer pH 6<br>(50:9:25.15; org. Phase) |
| DC             | Dünnschichtchromatographie   |
| DCI            | direkte chemische Ionisation (bei MS)  |
| DCM            | Dichlormethan  |
| DIEA           | <i>N,N</i> -Diisopropylethylamin   |
| DMSO           | Dimethylsulfoxid   |
| DMF            | <i>N,N</i> -Dimethylformamid   |
| d. Th.         | der Theorie  |
| EE             | Ethylacetat (Essigsäureethylester)   |
| EI             | Elektronenstoß-Ionisation (bei MS)   |
| ESI            | Elektrospray-Ionisation (bei MS)   |
| Fp.            | Schmelzpunkt   |
| ges.           | gesättigt  |
| h              | Stunde   |
| HPLC           | Hochdruck-, Hochleistungsflüssigchromatographie                                  |
| konz.          | konzentriert   |
| LC-MS          | Flüssigchromatographie-gekoppelte Massenspektroskopie                            |
| LDA            | Lithium-Diisopropylamid  |
| MCPBA          | m-Chlorperoxybenzoesäure   |
| MS             | Massenspektroskopie  |
| NMR            | Kernresonanzspektroskopie  |
| proz.          | prozentig  |
| R <sub>f</sub> | Retentionsindex (bei DC)   |
| RP-HPLC        | Reverse Phase HPLC   |
| RT             | Raumtemperatur   |
| R <sub>t</sub> | Retentionszeit (bei HPLC)  |
| THF            | Tetrahydrofuran  |

**Laufmittel für die Dünnschichtchromatographie:**

T1 E1: Toluol - Essigsäureethylester (1:1)

T1 EtOH1: Toluol – Ethanol (1:1)

C1 E1: Cyclohexan – Essigsäureethylester (1:1)

5 C1 E2: Cyclohexan – Essigsäureethylester (1:2)

**LCMS- und HPLC-Methoden:**Methode 1 (LCMS)

Instrument: Micromass Platform LCZ, HP1100; Säule: Symmetry C18, 50 mm x 2.1 mm, 3.5 µm;  
Eluent A: Acetonitril + 0.1% Ameisensäure, Eluent B: Wasser + 0.1 % Ameisensäure; Gradient:  
10 0.0min 10 %A → 4.0min 90 %A → 6.0min 90 %A; Ofen: 40°C; Fluss: 0.5ml/min; UV-Detektion:  
208-400 nm.

Methode 2 (LCMS)

Instrument: Micromass Quattro LCZ, HP1100; Säule: Symmetry C18, 50 mm x 2.1 mm, 3.5 µm;  
Eluent A: Acetonitril + 0.1 % Ameisensäure, Eluent B: Wasser + 0.1 % Ameisensäure; Gradient:  
15 0.0min 10 %A → 4.0min 90 %A → 6.0min 90 %A; Ofen: 40°C; Fluss: 0.5ml/min; UV-Detektion:  
208-400 nm.

Methode 3 (LCMS)

Instrument: Waters Alliance 2790 LC; Säule: Symmetry C18, 50mm x 2.1, 3.5µm; Eluent A:  
Wasser + 0.1 % Ameisensäure, Eluent B: Acetonitril + 0.1 % Ameisensäure; Gradient: 0.0min 5 %  
20 B → 5.0min 10 %B → 6.0min 10 %B; Temperatur: 50°C; Fluss: 1.0ml/min; UV-Detektion:  
210nm.

Methode 4 (HPLC)

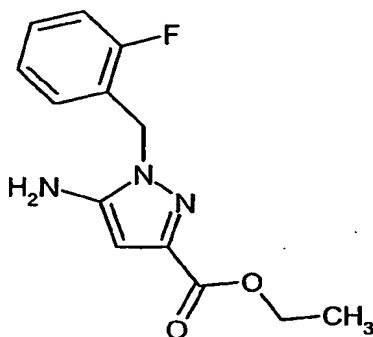
Instrument: HP 1100 mit DAD-Detektion; Säule: Kromasil RP-18, 60mm x 2mm, 3.5µm; Eluent:  
A=5ml HClO<sub>4</sub>/l H<sub>2</sub>O, B=ACN; Gradient: 0 min 2 %B, 0.5 min 2 %B, 4.5 min 90 %B, 6.5 min  
25 90 %B; Fluß: 0.75 ml/min; Temp.: 30°C; Detektion UV 210 nm.

Präparative RP-HPLC

Säule: YMC-Gel; Eluent: Acetonitril/Wasser (Gradient); Fluß: 50 ml/min; Temp.: 25°C; Detektion  
UV 210 nm.

**Ausgangsverbindungen:****Beispiel 1A**

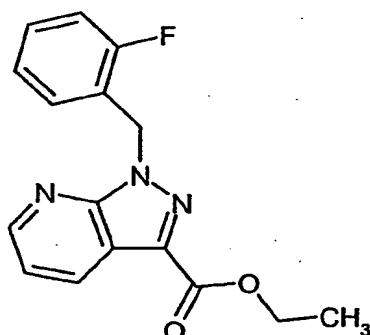
5-Amino-1-(2-fluorbenzyl)-pyrazol-3-carbonsäureethylester



- 5 100 g (0.613 mol) Natriumsalz des Cyanobrenztraubensäureethylester (Darstellung analog Borsche und Manteuffel, Liebigs Ann. 1934, 512, 97) werden unter gutem Rühren unter Argon in 2.5 l Dioxan bei Raumtemperatur mit 111.75 g (75 ml, 0.98 mol) Trifluoressigsäure versetzt und 10 Minuten gerührt, wobei ein großer Teil des Eduktes in Lösung geht. Dann gibt man 85.93 g (0.613 mol) 2-Fluorbenzylhydrazin hinzu und erhitzt über Nacht unter Rückfluss. Nach Abkühlen werden
- 10 die ausgefallenen Kristalle des Natriumtrifluoracetats abgesaugt, mit Dioxan gewaschen und die Lösung wird roh weiter umgesetzt.

**Beispiel 2A**

1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carbonsäureethylester



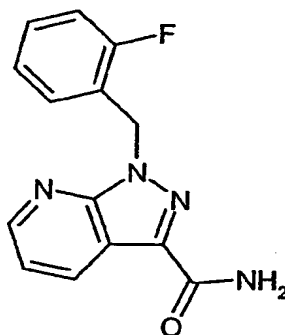
- 15 Die aus Beispiel 1A erhaltene Lösung wird mit 61.25 ml (60.77 g, 0.613 mol) Dimethylaminoacrolein und 56.28 ml (83.88 g, 0.736 mol) Trifluoressigsäure versetzt und unter Argon 3 Tage lang gekocht. Anschließend wird das Lösungsmittel im Vakuum verdampft, der Rückstand in 2 l

Wasser gegeben und dreimal mit je 1 l Essigsäureethylester extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit Magnesiumsulfat getrocknet und am Rotationsverdampfer eingengt. Man chromatographiert an 2.5 kg Kieselgel und eluiert mit einem Toluol / Toluol-Essigsäureethylester = 4:1-Gradienten. Ausbeute: 91.6 g (49.9 % d.Th. über zwei Stufen).

- 5 Schmelzpunkt 85°C  
R<sub>f</sub> (SiO<sub>2</sub>, T1 E1): 0.83

#### Beispiel 3A

1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamid

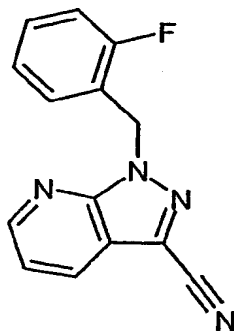


- 10 10.18 g (34 mmol) des in Beispiel 2A erhaltenen Esters werden in 150 ml Methanol, das mit Ammoniak bei 0 - 10°C gesättigt wurde, vorgelegt. Man rührt zwei Tage bei Raumtemperatur und engt anschließend im Vakuum ein.

R<sub>f</sub> (SiO<sub>2</sub>, T1 E1): 0.33

#### Beispiel 4A

- 15 3-Cyano-1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin



- 36.1 g (133 mmol) 1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamid aus Beispiel 3A werden in 330 ml THF gelöst und mit 27 g (341 mmol) Pyridin versetzt. Anschließend gibt man innerhalb von 10 Minuten 47.76 ml (71.66 g, 341 mmol) Trifluoressigsäureanhydrid hinzu, wobei die Temperatur bis auf 40°C ansteigt. Man rührt über Nacht bei Raumtemperatur. Anschließend wird der Ansatz in 1 l Wasser gegeben und dreimal mit je 0.5 l Essigsäureethylester extrahiert. Die organische Phase wird mit gesättigter Natriumhydrogencarbonatlösung und mit 1 N Salzsäure gewaschen, mit Magnesiumsulfat getrocknet und am Rotationsverdampfer eingengt.

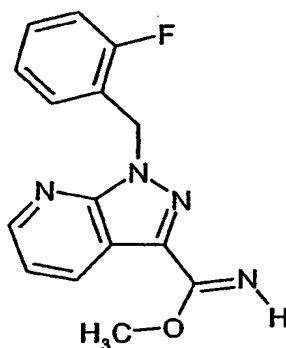
Ausbeute: 33.7 g (100 % d.Th.)

Schmelzpunkt: 81°C

- 10  $R_f$  (SiO<sub>2</sub>, T1 E1): 0.74

#### Beispiel 5A

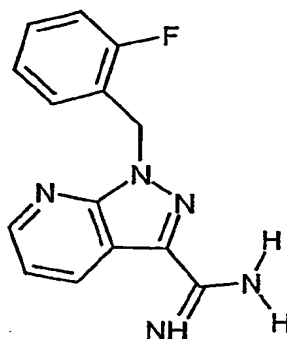
(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboximidsäuremethylester



- Man löst 30.37 g (562 mmol) Natriummethylat in 1.5 l Methanol und gibt 36.45 g (144.5 mmol) 3-Cyano-1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin (aus Beispiel 4A) hinzu. Man rührt 2 Stunden bei Raumtemperatur und setzt die erhaltene Lösung direkt für die nächste Stufe ein.

#### Beispiel 6A

1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamidin



- Die aus Beispiel 5A erhaltene Lösung von (2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboximidsäuremethylester in Methanol wird mit 33.76 g (32.19 ml, 562 mmol) Eisessig und 9.28 g (173 mmol) Ammoniumchlorid versetzt und über Nacht unter Rückfluss gerührt. Man verdampft das Lösungsmittel im Vakuum, verreibt den Rückstand gut mit Aceton und saugt den ausgefallenen Feststoff ab. Man gibt in 2 l Wasser, versetzt unter Rühren mit 31.8 g Natriumcarbonat und extrahiert dreimal mit insgesamt 1 l Essigsäureethylester, trocknet die organische Phase mit Magnesiumsulfat und dampft im Vakuum ein.

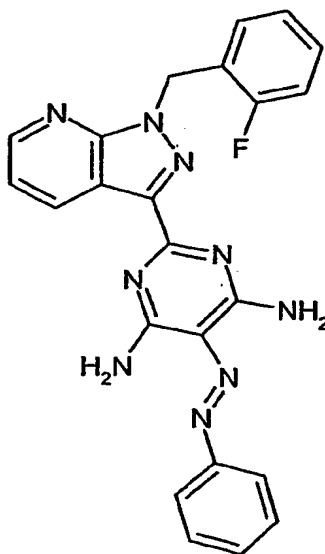
Ausbeute 27.5 g (76.4 % d.Th. über zwei Stufen)

10 Smp.: 86°C

R<sub>f</sub> (SiO<sub>2</sub>, Tl EtOH1): 0.08

#### Beispiel 7A

2-[1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-[(E)phenyldiazenyl]-4,6-pyrimidindiamin

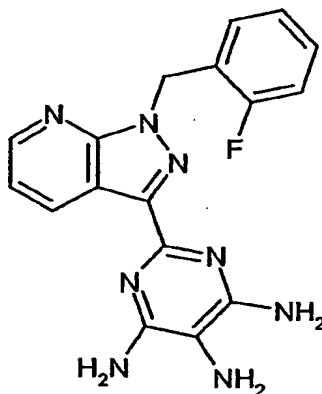




- Man gibt zu einer gerührten Lösung von 21.92 g (71.7 mmol) 1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamidin in N,N-Dimethylformamid aus Beispiel 6A 3.87 g Natriummethanolat und anschließend 12.2 g (71.7 mmol) Phenylazomalononitril (L. F. Cavalieri, J. F. Tanker, A. Bendich, J. Am. Chem. Soc., 1949, 71, 533). Man rührt über Nacht bei 110°C und lässt abkühlen.
- 5 Der hierbei ausgefallene Feststoff wird abgesaugt und mit Ethanol gewaschen. Nach Trocknung erhält man 23 g (73 % d.Th.) der Zielverbindung.

#### Beispiel 8A

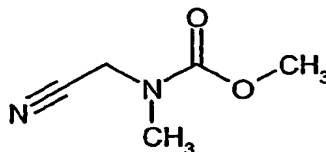
2-[1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-4,5,6-pyrimidintriamin Trihydrochlorid



- 10 5 g (11.38 mmol) 2-[1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-[(E)-phenyldiazenyl]-4,6-pyrimidindiamin aus Beispiel 7A werden mit 800 mg 50 proz. Raney-Nickel in Wasser in 60 ml DMF 22 Stunden lang bei 65 bar Wasserstoffdruck und 62°C hydriert. Man saugt vom Katalysator über Kieselgur ab, dampft die Lösung im Vakuum ein und rührt mit 5 N Salzsäure. Der ausgefallene gelbbraune Niederschlag wird abgesaugt und getrocknet. Man erhält 3.1 g
- 15 (59.3 % d. Th.) der Zielverbindung. Die freie Base erhält man durch Ausschütteln mit verdünnter Natriumhydrogencarbonat-Lösung und Extrahieren mit Essigsäureethylester. Der in beiden Phasen unlösliche Feststoff wird abgesaugt. Auch die Essigsäureethylesterphase enthält geringe Mengen der freien Base.

#### Beispiel 9A

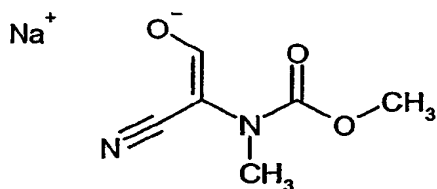
- 20 Methylcyanomethyl(methyl)carbammat



Herstellung analog: Q. Li. Chu, T.W. Daniel, A. Claiborne, C.S. Cooper, C.M. Lee, J. Med. Chem. 1996, 39, 3070-3088.

### Beispiel 10A

Natrium-(E)-2-cyano-2-[(methoxycarbonyl)(methyl)amino]ethenolat



5

Unter Argon werden 0.46 g (0.01 mmol) Natriummethylat in Tetrahydrofuran gegeben (Lösung A). Anschließend gibt man 1.00 g (0.01 mmol) Methylcyanomethyl(methyl)carbammat aus Beispiel 9 A in 1.73 g (0.02 mmol) Ameisensäureethylester. Zu dieser Mischung wird Lösung A langsam zugetropft. Es wird über Nacht bei RT gerührt. Das Lösungsmittel wird in Vakuum am Rotationsverdampfer eingeeengt und der Rückstand wird mit Diethylether versetzt. Die ausgefallenen Kristalle werden abgesaugt und im Hochvakuum getrocknet.

10

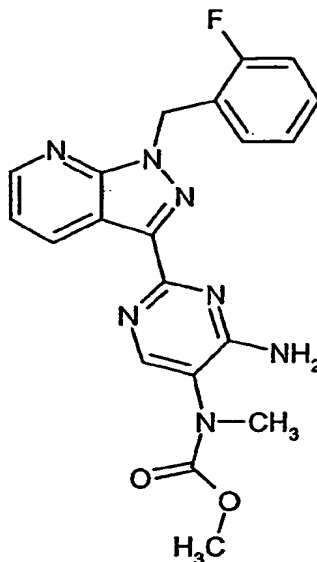
Ausbeute: 1.05 g (76 % d. Th.)

HPLC (Methode 4): R<sub>t</sub> = 1.35 min.

<sup>1</sup>H-NMR (200 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>): δ = 2.90 (d, 1H), 3.35 (s, 3H), 3.47 (s, 3H).

**Beispiele****Beispiel 1**

Ethyl-4-amino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl-(methyl)carbamat



5

Man gibt unter Argon 0.80 g (2.61 mmol) 1-(2-Fluorbenzyl)1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamidin aus Beispiel 6A, 0.51 g (2.86 mmol) Natrium-(E)-2-cyano-2-[(methoxycarbonyl)(methyl)amino]ethenolat aus Beispiel 10A und 0.53 g 0.73 ml (5.23 mmol) Triethylamin in 50 ml Toluol. Es wird 9 Stunden unter Rückfluss erhitzt. Anschließend wird wieder auf RT  
10 abgekühlt, mit Dichlormethan und Wasser versetzt und extrahiert. Die organische Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet, abfiltriert und im Vakuum am Rotationsverdampfer eingeeengt. Der Rückstand wird mit 5 ml Diethylether versetzt und kristallisiert dabei aus. Die Kristalle werden abgesaugt, getrocknet und über präparative RP-HPLC gereinigt.

Ausbeute: 20.2 mg (2 % d. Th.)

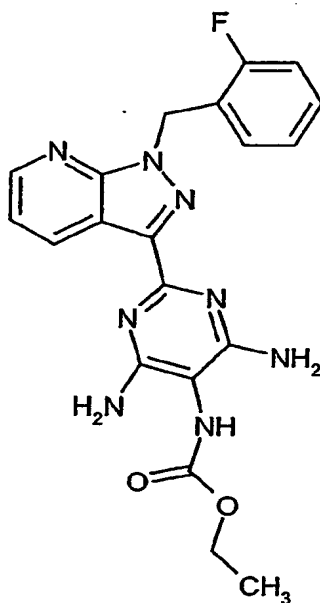
15 LC/MS (Methode 2):  $R_t = 3.01$  min

MS (EI):  $m/z = 408$  ( $M+H$ )<sup>+</sup>

<sup>1</sup>H-NMR (300 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta = 3.09$  (s, 3H), 3.29 (s, 3H), 5.83 (s, 2H), 7.09-7.42 (m, 5H), 8.20 (s, 1H), 8.64 (dd, 1H), 8.94 (dd, 1H), 9.27 (br. s, 2H).

**Beispiel 2**

Ethyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinylcarbammat



Man gibt 107.35 mg (0.31 mmol) 2-[1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-4,5,6-pyrimidintriamin Trihydrochlorid aus Beispiel 8A in 5 ml Pyridin und kühlt die Mischung auf 0°C ab. Dazu gibt man 33.25 mg (0.31 mmol) Chlorameisensäureethylester und lässt die Reaktion über Nacht bei RT rühren. Das Pyridin wird im Vakuum einrotiert, und der Rückstand wird über präparative RP-HPLC gereinigt.

Ausbeute: 56.2 mg (43 % d. Th.)

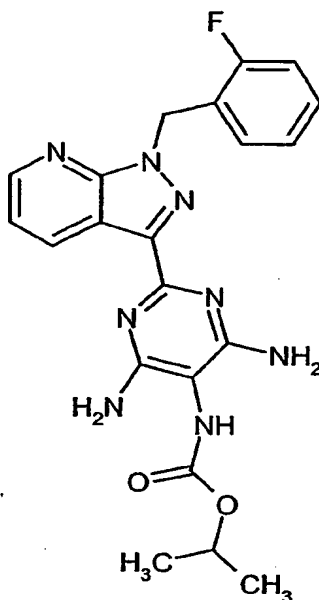
10 LC/MS (Methode 1):  $R_t = 2.66$  min

MS (EI):  $m/z = 423$  ( $M+H$ )<sup>+</sup>

<sup>1</sup>H-NMR (300 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>):  $\delta = 1.17$ -1.33 (m, 3H), 3.97-4.14 (m, 2H), 5.80 (s, 2H), 6.14 (br. s, 4H), 7.07-7.17 (m, 2H), 7.22 (t, 1H), 7.29-7.40 (m, 2H), 7.97 (br. s, 1H), 8.60 (d, 1H), 9.07 (d, 1H).

**Beispiel 3**

Isopropyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl-carbammat



- 5 Herstellung analog Beispiel 2 mit 150 mg (0.43 mmol) 2-[1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-4,5,6-pyrimidintriamin Trihydrochlorid aus Beispiel 8A, 7.5 ml Pyridin und 52.47 mg (0.43 mmol) Isopropylchloroformat. Der Rückstand wird in einem Dichlormethan/Methanol Gemisch aufgenommen, abfiltriert und getrocknet.

Ausbeute: 165 mg (88 % d. Th.)

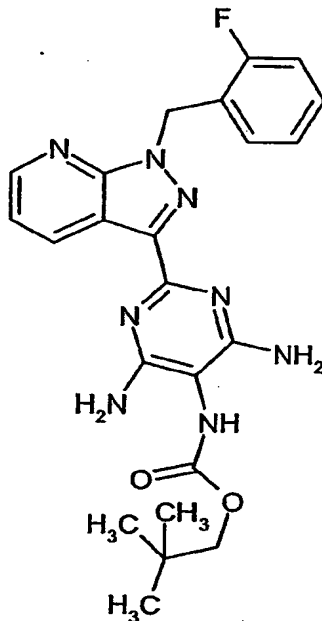
- 10 LC/MS (Methode 1):  $R_t = 2.84$  min

MS (EI):  $m/z = 437$  (M+H)<sup>+</sup>

<sup>1</sup>H-NMR (300 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>):  $\delta = 1.26$  (d, 6H), 4.82 (quin., 1H), 5.92 (s, 2H), 7.07-7.20 (m, 2H), 7.25 (t, 1H), 7.31-7.43 (m, 2H), 7.47-7.57 (m, 1H), 8.16 (br. s, 1H), 8.74 (dd, 1H), 8.98 (dd, 1H).

**Beispiel 4**

Neopentyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl-carbammat



5

Herstellung analog Beispiel 2 mit 100 mg (0.29 mmol) 2-[1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-4,5,6-pyrimidintriamin Trihydrochlorid aus Beispiel 8A, 5 ml Pyridin und 43 mg (0.29 mmol) Neopentylchloridocarbonat.

Ausbeute: 54 mg (41 % d. Th.)

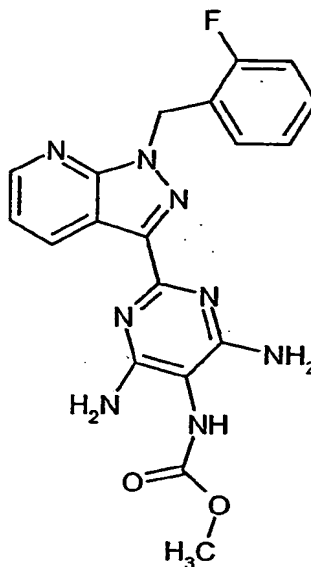
10 LC/MS (Methode 1):  $R_t = 3.10$  min

MS (EI):  $m/z = 465$  (M+H)<sup>+</sup>

<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>):  $\delta = 0.95$  (br. s, 9H), 3.74 (s, 2H), 5.79 (s, 2H), 6.10 (br. s, 4H), 7.08-7.17 (m, 2H), 7.22 (t, 1H), 7.29-7.39 (m, 2H), 8.00 (br. s, 1H), 8.60 (dd, 1H), 9.06 (dd, 1H).

**Beispiel 5**

Methyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinylcarbammat



- 30.5 g (87.0 mmol) 2-[1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-4,5,6-pyrimidintriamin  
5 Trihydrochlorid aus Beispiel 8A werden in 30 ml Pyridin gelöst. Die entstehende Lösung wird auf 0°C gekühlt. Man versetzt mit 8.22 g (87.0 mmol) Chlorameisensäuremethylester und rührt weitere 2 Stunden bei 0°C. Anschließend lässt man auf Raumtemperatur erwärmen und rührt für weitere 12 Stunden. Nach Einengen im Vakuum wird der Rückstand mit Wasser gewaschen und getrocknet. Zur weiteren Reinigung wird in 300 ml siedendem Diethylether ausgerührt. Das  
10 ausgefallene Produkt wird abgesaugt und im Vakuum getrocknet.

Ausbeute: 32.6 g (92 % d. Th.)

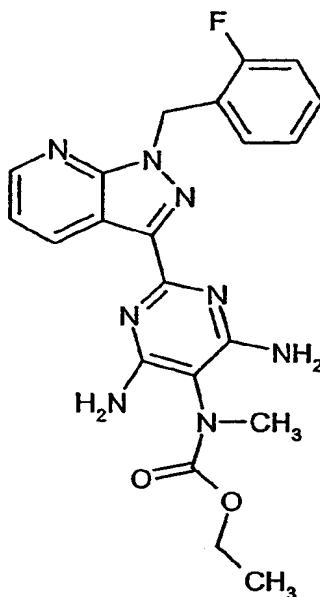
LC/MS (Methode 1):  $R_t = 2.61$  min

MS (EI):  $m/z = 409$  (M+H)<sup>+</sup>

- <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>):  $\delta = 3.61$  (s, 3H), 5.80 (s, 2H), 6.19 (br. s, 4H), 7.08-7.16 (m,  
15 2H). 7.22 (t, 1H), 7.28-7.39 (m, 2H), 7.99 (br. s, 1H), 8.60 (dd, 1H), 9.05 (dd, 1H).

**Beispiel 6**

Ethyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl(methyl)carbammat



- 5 Man gibt 54 mg (0.13 mmol) Ethyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinylcarbammat aus Beispiel 3 in 5 ml DMF, kühlt die Mischung auf 0°C ab und versetzt mit 7.67 mg (0.19 mmol) Natriumhydrid. Anschließend tropft man 18.14 mg (0.13 mmol) Iodmethan dazu und rührt eine Stunde nach. Man versetzt das Gemisch mit Wasser und extrahiert mit Dichlormethan. Die vereinigten organischen Phasen werden über Magnesiumsulfat getrocknet
- 10 und am Rotationsverdampfer eingeeengt. Der Rückstand wird zuerst säulenchromatographisch (Laufmittel: Dichlormethan/Methanol = 10:1) und anschließend über präparative RP-HPLC gereinigt.

Ausbeute: 32 mg (58 % d. Th.)

LC/MS (Methode 2):  $R_t = 2.91$  min

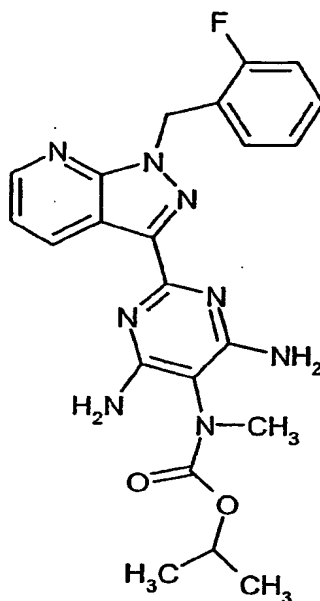
- 15 MS (EI):  $m/z = 437$  ( $M+H$ )<sup>+</sup>

<sup>1</sup>H-NMR (200 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>):  $\delta = 1.08$  (t, 3H), 2.99 (s, 3H), 2.93-4.11 (m, 2H), 5.79 (s, 2H), 6.35 (br. s, 4H), 7.06-7.14 (m, 2H), 7.16-7.28 (m, 1H), 7.28-7.32 (m, 2H), 8.59 (dd, 1H), 9.06 (dd, 1H).



**Beispiel 7**

Isopropyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl(methyl)carbammat



- 5 Herstellung analog Beispiel 6 mit 75 mg (0.17 mmol) Isopropyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinylcarbammat aus Beispiel 3, 10.31 mg (0.26 mmol) Natriumhydrid und 24.4 mg (0.17 mmol) Iodmethan. Der Rückstand wird über präparative RP-HPLC gereinigt.

Ausbeute: 32 mg (41 % d. Th.)

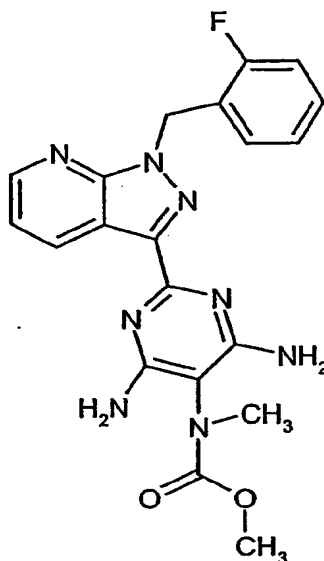
- 10 LC/MS (Methode 1):  $R_t = 2.97$  min

MS (EI):  $m/z = 451$  ( $M+H$ )<sup>+</sup>

<sup>1</sup>H-NMR (300 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta = 1.09$  (d, 6H), 2.98 (s, 3H), 4.80 (quin., 1H), 5.79 (s, 2H), 6.31 (br. s, 4H), 7.05-7.16 (m, 2H), 7.22 (t, 1H), 7.28-7.40 (m, 2H), 8.59 (dd, 1H), 9.07 (dd, 1H).

**Beispiel 8**

Methyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl(methyl)carbammat



- 5 Herstellung analog Beispiel 6 mit 310 mg (0.76 mmol) Methyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinylcarbammat aus Beispiel 5, 27.32 mg (1.14 mmol) Natriumhydrid und 215.5 mg (1.52 mmol) Iodmethan. Zur Aufarbeitung versetzt man das Gemisch mit Wasser und 2 molarer Kaliumhydroxid-Lösung und extrahiert mit Dichlormethan. Die vereinigten organischen Phasen werden mit Magnesiumsulfat getrocknet und am Rotationsverdampfer eingeeengt. Der Rückstand wird über präparative RP-HPLC gereinigt.
- 10

Ausbeute: 93 mg (29 % d. Th.)

Größere Mengen der Verbindung aus Beispiel 8 können auch nach folgender Synthesevorschrift hergestellt werden:

- 20.0 g (49.0 mmol) Methyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinylcarbammat aus Beispiel 5 werden in 257 ml Tetrahydrofuran gelöst und auf 0°C gekühlt.
- 15 53.9 ml (49.0 mmol einer 1 M Lösung in Tetrahydrofuran) Bis-(trimethylsilyl)-lithiumamid werden innerhalb von 15 Minuten zugetropft. Man rührt 20 min bei 0°C nach und versetzt dann mit 6.95 g (53.9 mmol) Iodmethan. Nach einer Stunde lässt man auf Raumtemperatur erwärmen und beendet die Reaktion durch Zugabe von gesättigter wässriger Ammoniumchlorid-Lösung. Die
- 20 Phasen werden getrennt. Die wässrige Phase wird mehrfach mit Essigsäureethylester und Dichlormethan extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden im Vakuum eingeeengt. Der so

- erhaltene Rückstand wird in einer Mischung aus Dichlormethan und Tetrahydrofuran (1:1) suspendiert. Die unlöslichen Kristalle werden abgesaugt und in Methanol aufgenommen. Man erhitzt für eine Stunde unter Rückfluss. Nach dem Abkühlen filtriert man vom ausgefallenen Niederschlag ab. Der so erhaltene rote Feststoff wird in 100 ml einer Mischung aus Dioxan und
- 5 Dichlormethan (1:1) suspendiert und in der Siedehitze mit 20 ml Methanol versetzt bis sich eine klare Lösung bildet. Man versetzt mit Aktivkohle, kocht kurz auf und filtriert heiß über Kieselgur. Die so erhaltene Lösung wird zur Trockene eingengt. Man nimmt in Methanol auf und rührt die Suspension für eine Stunde bei Raumtemperatur. Die weißen Kristalle werden abgesaugt.

Ausbeute: 14.9 g (72 % d. Th.)

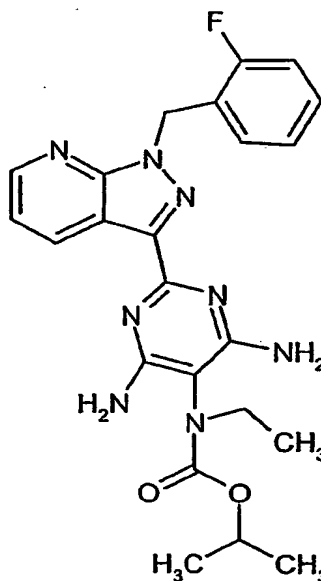
- 10 LC/MS (Methode 3):  $R_t = 1.85$  min

MS (EI):  $m/z = 423$  (M+H)<sup>+</sup>

<sup>1</sup>H-NMR (200 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>):  $\delta = 3.01$  (s, 3H), 3.57 (s, 3H), 5.92 (s, 2H), 7.05-7.17 (m, 2H), 7.18-7.46 (m, 3H), 7.47-7.61 (m, 2H), 7.59-7.97 (m, 2H), 8.71-8.81 (m, 1H), 8.97 (dd, 1H).

### Beispiel 9

- 15 Isopropyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl(ethyl)carbamate



Herstellung analog Beispiel 6 mit 60 mg (0.14 mmol) Isopropyl-4,6-diamino-2-[1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinylcarbamate aus Beispiel 3, 4.95 mg (0.21 mmol)

Natriumhydrid und 21.4 mg (0.17 mmol) Iodethan. Zur vollständigen Umsetzung werden noch einmal die gleiche Menge Natriumhydrid und Iodethan dazugegeben. Der Rückstand wird über präparative RP-HPLC gereinigt.

Ausbeute: 43 mg (67 % d. Th.)

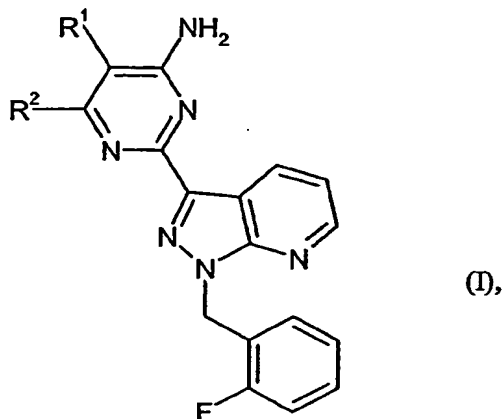
5 LC/MS (Methode 1):  $R_t = 2.97$  min

MS (EI):  $m/z = 465$  ( $M+H$ )<sup>+</sup>

<sup>1</sup>H-NMR (200 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>):  $\delta = 0.96-1.06$  (m, 3H), 1.09 (d, 6H), 2.79-2.93 (m, 2H), 4.82 (quin., 1H), 5.80 (s, 2H), 6.25 (br. s, 4H), 7.01-7.14 (m, 2H), 7.15-7.50 (m, 3H), 8.60 (dd, 1H), 9.09 (dd, 1H).

**Patentansprüche**

1. Kombinationspräparat, enthaltend als pharmazeutisch wirksame Bestandteile mindestens eine Wirkstoffkomponente A und mindestens eine Wirkstoffkomponente B, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkstoffkomponente A ein direkter Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I) ist



worin

$R^1$  für  $-NR^3C(=O)OR^4$  steht,

$R^2$  für Wasserstoff oder  $NH_2$  steht,

10  $R^3$  für Wasserstoff oder  $(C_1-C_4)$ -Alkyl steht,

$R^4$  für  $(C_1-C_6)$ -Alkyl steht,

und die Wirkstoffkomponente B ein Lipidsenker ist.

2. Kombinationspräparat nach Anspruch 1,

wobei

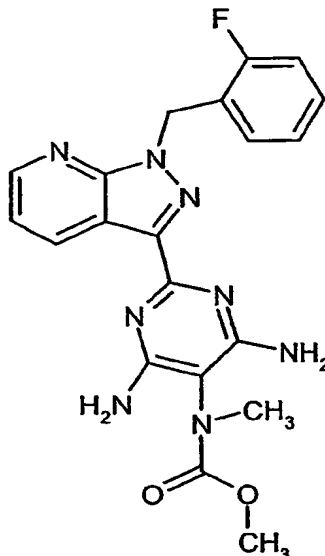
15  $R^1$  für  $-NR^3C(=O)OR^4$  steht,

$R^2$  für  $NH_2$  steht,

$R^3$  für Methyl oder Ethyl steht,

$R^4$  für Methyl, Ethyl oder Isopropyl steht.

3. Kombinationspräparat nach Anspruch 1, wobei der direkte Stimulator der löslichen Guanylatcyclyase der Formel (I) die folgende Struktur besitzt:



4. Kombinationspräparat nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Behandlung von Krankheiten.
5. Kombinationspräparat nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Wirkstoffkomponenten A und B getrennt voneinander, insbesondere zeitlich abgestuft verabreicht werden.
6. Kombinationspräparat nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkstoffkomponenten A und B als funktionelle Einheit vorliegen, insbesondere in Form einer Mischung, eines Gemisches oder eines Gemenges.
7. Kombinationspräparat nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkstoffkomponenten A und B (räumlich) getrennt voneinander vorliegen, insbesondere als „kit-of-parts“.
8. Kombinationspräparat nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Lipidsenker (Wirkstoffkomponente B) ausgewählt ist aus der Gruppe von (a) HMG-CoA-Reduktase-Inhibitoren; (b) Squalen-Synthase-Inhibitoren; (c) Gallensäure-Absorptionshemmern („Bile acid sequestrants“); (d) Fibrinsäure und ihren Derivaten; (e) Nikotinsäure und ihren Analogen; (f)  $\omega$ 3-Fettsäuren.

9. Kombinationspräparat nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Lipidsenker (Wirkstoffkomponente B) ein HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor ist und insbesondere ausgewählt ist aus der Gruppe der Statine, vorzugsweise aus der Gruppe von Atorvastatin, Cerivastatin, Fluvastatin, Lovastatin, Pravastatin, Pitavastatin, Simvastatin und Rosuvastatin, sowie deren jeweiligen Salzen, Hydraten, Alkoholaten, Estern und Tautomeren.
10. Kombinationspräparat nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Lipidsenker (Wirkstoffkomponente B) Atorvastatin oder dessen Salz, Hydrat, Alkoholat, Ester und Tautomeres ist.
- 10 11. Kombinationspräparat nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Lipidsenker (Wirkstoffkomponente B) Cerivastatin oder dessen Salz, Hydrat, Alkoholat, Ester und Tautomeres ist.
12. Verwendung von Lipidsenkern zur Steigerung der Wirksamkeit von direkten Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I), wie in Anspruch 1 definiert.
- 15 13. Verfahren zur Herstellung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens einen Lipidsenker und mindestens einen direkten Stimulator der löslichen Guanylatcyclase der Formel (I), gegebenenfalls mit üblichen Hilfs- und Zusatzstoffen, in eine geeignete Applikationsform überführt.
14. Verwendung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen.
- 20 15. Verwendung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Hypertonie.
16. Verwendung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von thromboembolischen Erkrankungen und Ischämien.
- 25 17. Verwendung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von sexueller Dysfunktion.
18. Verwendung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Arteriosklerose.

19. Verwendung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Osteoporose.
20. Verwendung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Herstellung von Arzneimitteln mit antiinflammatorischer Wirkung.
- 5 21. Verwendung von Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Erkrankungen des zentralen Nervensystems.
22. Verwendung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 21, wobei die Zusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 13 in Kombination mit organischen Nitraten oder  
10 NO-Donatoren oder in Kombination mit Verbindungen, die den Abbau von cyclischen Guanosinmonophosphat (cGMP) inhibieren, eingesetzt werden.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012049

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>IPC 7 A61K45/06 A61K31/506 A61K31/40 A61K31/44   |   |  |
|--|---|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |   |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>IPC 7 A61K   |   |  |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  |   |  |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)<br>EPO-Internal, WPI Data, PAJ, EMBASE, BIOSIS, CHEM ABS Data   |   |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>  |   |  |
| Category *   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.  |
| A  | WO 03/015770 A (BAYER AKTIENGESELLSCHAFT; BISCHOFF, HILMAR; STASCH, JOHANNES-PETER)<br>27 February 2003 (2003-02-27)<br>cited in the application<br>claims 1-12,14-24   | 1-22   |
| A  | "ACTIVATORS OF THE NITRIC OXIDE SENSOR, SOLUBLE GUANYLATE CYCLASE"<br>EXPERT OPINION ON THERAPEUTIC PATENTS,<br>ASHLEY PUBLICATIONS, GB,<br>vol. 10, no. 11, 2000, pages 1765-1770,<br>XP001203488<br>ISSN: 1354-3776<br>the whole document<br><br>-----<br>-/- | 1-22   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.  |   |  |
| * Special categories of cited documents :<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier document but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"Z" document member of the same patent family |   |  |
| Date of the actual completion of the international search<br><br>15 February 2005  |   | Date of mailing of the international search report<br><br>01/03/2005 |
| Name and mailing address of the ISA<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax (+31-70) 340-3016  |   | Authorized officer<br><br>Pacreu Largo, M                            |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012049

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | SCHMIDT PETER ET AL: "Mechanisms of nitric oxide independent activation of soluble guanylyl cyclase."<br>EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACOLOGY. 16 MAY 2003,<br>vol. 468, no. 3, 16 May 2003 (2003-05-16),<br>pages 167-174, XP002316800<br>ISSN: 0014-2999<br>page 167 - page 168, left-hand column | 1-22                  |
| A          | LAUFS ULRICH ET AL: "Upregulation of endothelial nitric oxide synthase by HMG CoA reductase inhibitors"<br>CIRCULATION,<br>vol. 97, no. 12,<br>31 March 1998 (1998-03-31), pages<br>1129-1135, XP002316801<br>ISSN: 0009-7322<br>cited in the application<br>abstract                           | 1-22                  |
| A          | BUCHER HEINER C ET AL: "Systematic review on the risk and benefit of different cholesterol-lowering interventions"<br>ARTERIOSCLEROSIS THROMBOSIS AND VASCULAR BIOLOGY,<br>vol. 19, no. 2, February 1999 (1999-02),<br>pages 187-195, XP002316804<br>ISSN: 1079-5642<br>table 1                 | 1-22                  |
| P,A        | WO 03/095451 A (BAYER AKTIENGESELLSCHAFT; ALONSO-ALIJA, CRISTINA; BISCHOFF, ERWIN; MUE) 20 November 2003 (2003-11-20)<br>claims   | 1-22                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/012049

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 03015770                               | A | 27-02-2003          | DE 10140421 A1             | 06-03-2003          |
|   |   |                     | BR 0211954 A               | 21-09-2004          |
|   |   |                     | CA 2457041 A1              | 27-02-2003          |
|   |   |                     | WO 03015770 A1             | 27-02-2003          |
|   |   |                     | EP 1429760 A1              | 23-06-2004          |
|   |   |                     | US 2004186163 A1           | 23-09-2004          |
| WO 03095451                               | A | 20-11-2003          | DE 10220570 A1             | 20-11-2003          |
|   |   |                     | CA 2485143 A1              | 20-11-2003          |
|   |   |                     | WO 03095451 A1             | 20-11-2003          |

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aldenzeichen  
PCT/EP2004/012049

| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>IPK 7 A61K45/06 A61K31/506 A61K31/40 A61K31/44  |   |  |
|---|---|--|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK   |   |  |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>IPK 7 A61K  |   |  |
| Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen  |   |  |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br>EPO-Internal, WPI Data, PAJ, EMBASE, BIOSIS, CHEM ABS Data   |   |  |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>  |   |  |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr.   |
| A   | WO 03/015770 A (BAYER AKTIENGESellschaft; BISCHOFF, HILMAR; STASCH, JOHANNES-PETER)<br>27. Februar 2003 (2003-02-27)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Ansprüche 1-12, 14-24   | 1-22   |
| A   | "ACTIVATORS OF THE NITRIC OXIDE SENSOR, SOLUBLE GUANYLATE CYCLASE"<br>EXPERT OPINION ON THERAPEUTIC PATENTS,<br>ASHLEY PUBLICATIONS, GB,<br>Bd. 10, Nr. 11, 2000, Seiten 1765-1770,<br>XP001203488<br>ISSN: 1354-3776<br>das ganze Dokument | 1-22   |
| -/-   |   |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie  |   |  |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |   |  |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br>15. Februar 2005   |   | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts<br>01/03/2005 |
| Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax (+31-70) 340-3016  |   | Bevollmächtigter Bediensteter<br>Pacreu Largo, M                 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/012049

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A          | SCHMIDT PETER ET AL: "Mechanisms of nitric oxide independent activation of soluble guanylyl cyclase."<br>EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACOLOGY. 16 MAY 2003,<br>Bd. 468, Nr. 3, 16. Mai 2003 (2003-05-16),<br>Seiten 167-174, XP002316800<br>ISSN: 0014-2999<br>Seite 167 - Seite 168, linke Spalte | 1-22               |
| A          | LAUFS ULRICH ET AL: "Upregulation of endothelial nitric oxide synthase by HMG CoA reductase inhibitors"<br>CIRCULATION,<br>Bd. 97, Nr. 12,<br>31. März 1998 (1998-03-31), Seiten<br>1129-1135, XP002316801<br>ISSN: 0009-7322<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Zusammenfassung                   | 1-22               |
| A          | BUCHER HEINER C ET AL: "Systematic review on the risk and benefit of different cholesterol-lowering interventions"<br>ARTERIOSCLEROSIS THROMBOSIS AND VASCULAR BIOLOGY,<br>Bd. 19, Nr. 2, Februar 1999 (1999-02),<br>Seiten 187-195, XP002316804<br>ISSN: 1079-5642<br>Tabelle 1               | 1-22               |
| P,A        | WO 03/095451 A (BAYER AKTIENGESELLSCHAFT; ALONSO-ALIJA, CRISTINA; BISCHOFF, ERWIN; MUE) 20. November 2003 (2003-11-20)<br>Ansprüche  | 1-22               |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012049

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 03015770 A                                      | 27-02-2003                    | DE 10140421 A1                    | 06-03-2003                    |
|  |                               | BR 0211954 A                      | 21-09-2004                    |
|  |                               | CA 2457041 A1                     | 27-02-2003                    |
|  |                               | WO 03015770 A1                    | 27-02-2003                    |
|  |                               | EP 1429760 A1                     | 23-06-2004                    |
|  |                               | US 2004186163 A1                  | 23-09-2004                    |
| WO 03095451 A                                      | 20-11-2003                    | DE 10220570 A1                    | 20-11-2003                    |
|  |                               | CA 2485143 A1                     | 20-11-2003                    |
|  |                               | WO 03095451 A1                    | 20-11-2003                    |

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**